植物分类学报 26 (5): 367—370 (1988)
Acta Phytotaxonomica Sinica

杜仲花粉形态的研究

张玉龙　王伏雄　钱南芬
(中国科学院植物研究所，北京)

摘要　杜仲科特产我国，有一属一种，即杜仲 *Eucommia ulmoides* Oliver。它的花粉形态除 Erdtman (1952) 通过光学显微镜研究过外，迄今未见报道。本文报道了通过光学显微镜、扫描电镜和透射电镜对它进行外壁系统研究的结果。杜仲花粉为三拟孔沟类型，但有时孔界线微弱，孔的轮廓为椭圆形。外壁表面具纹饰，光学显微镜下光滑，扫描电镜下为颗粒状，透射电镜下为小棒状；其外壁，覆盖层为细颗粒组成，柱状层为小棒，基层很厚。有些分类学家，如 Solereder (1899)，Cronquist (1968) 根据花和木材的结构，认为它与金缕梅目有联系；而另一些分类学家，如 Oliver (1891)，Takhtajan (1969) 根据叶脉、花序、果实、种子等，认为它与荨麻目有联系。通过花粉形态的研究，我们认为它可能与金缕梅目有联系。
关键词　杜仲；花粉形态；外壁超微结构

杜仲 *Eucommia ulmoides* Oliver (Eucommiaceae)，落叶乔木，高可达 20 m，分布于陕西、甘肃、河南、湖北、四川、云南、贵州、湖南及浙江等省区，现各地广泛栽培。在自然状态下，生于海拔 300—500 m 的低山、谷地或低坡的疏林里；在瘠薄的红土或岩石峭壁均能生长[1]。关于它的花粉形态，除 Erdtman (1952) 有过光学显微镜下的描述外，迄今还未见系统研究。它的化石花粉至今尚无正式记载，而一种类似杜仲属的花粉 (Eucommiidites) 在瑞典南部斯卡尼亚 (Scania) 侏罗纪早期煤层被发现时，曾引起古植物学家的极大兴趣[4]，因为这涉及到早期被子植物起源的时代问题，但现在古植物学家和地质学家一般相信这种花粉属于裸子植物。而 Erdtman (1969) 认为还要用电子显微镜观察来提供最后的决定性证据。

我们对杜仲的现代花粉形态进行了光学显微镜、扫描电镜和透射电镜的观察，以期对它的分类和系统演化提供孢粉学的资料，并对化石花粉的鉴定提供依据。

材料和方法

本种花粉材料除采自我所分类研究室标本室的腊叶标本外，还采自野外。光学显微镜观察材料都用醋酸酐分解法处理，并以整体封片作为对照；扫描电镜观察材料系将花粉直接放在双面胶纸上，喷金镀膜，在 HITACHI S-450 电镜下观察。外壁结构的透射电镜观察材料，系将花粉用 2% 的锇酸溶液固定，再用 pH = 7.2 的磷酸缓冲液洗过，然后用酒精逐级脱水，经环氧炳烷，过渡到 Epon 812 包埋，进行超薄切片，经醋酸双氧铀染色，柠檬酸铅复染，在透射电镜下观察和照相。

本文承张秀生同志制超薄切片，谨此致谢。

观察结果

1. 花粉的形态特征。

本种花粉为长球形，赤道面观为长椭圆形，极面观为三裂圆形。极轴为30.5—54.8 μm，平均32.7 μm；赤道轴为27.8—31.3 μm，平均29.2 μm。三拟孔沟，孔界线不清楚，但也有时孔界线微弱，孔较大，椭圆形；沟狭长，三条沟常不等长，二长一短或二短一长，有时排列也不整齐，上有一层很薄的沟膜，常不清楚；在孔沟交界处，沿沟边稍加厚。在光学显微镜下，外壁光滑，在高倍油镜下，可见模糊颗粒状小点（图版1：1—4）；在扫描电镜下，可观察到很清楚的颗粒散布于整个花粉表面（图版1：5—8），但在透射电镜下观察花粉外壁的超薄切片，从侧面观，颗粒实际为短的、顶端圆钝的小棒顶部（图版2：1,3）；在扫描电镜下，小棒顶部还有高低不平的小突起（图版2：4—5）。

2. 花粉外壁的超微结构。

杜仲花粉外壁厚度为1.7 μm左右，在光学显微镜下分层不清楚。但经过超薄切片后，在透射电镜下观察，可见到覆盖层（tectum）、柱状层（columellae）和基层（foot layer）以及外壁内层（endexine）。但本种外壁结构比较特殊，覆盖层为最上面覆盖着的一层由细颗粒组成的疏松的薄层，其下为短的顶端圆钝的小棒组成的柱状层，小棒有的伸出覆盖层，有的不伸出覆盖层形成支持棒和连接棒，在小棒下面为基层，这三层组成外壁外层（ektexine），基层在本种特别厚，约占整个外壁十分之八左右，下面为较薄的外壁内层。内壁（intine）为较透明的，包围着原生质的一层，这层壁经醋酸酐分解后被破坏（图版2：1—3）；在扫描电镜下，由于镀膜的原因，分层不很清楚，但多少仍能看见一定界线，在外壁的内表面也并非光滑的，而具有颗粒状和弯曲条纹状纹饰（图版2：5）。

讨论

1. 本种花粉形态，Erdtman（1952）在光学显微镜下的观察结果基本上与我们所观察的一致，但也略有不同。Erdtman描述本种花粉具三拟孔沟，三条沟不一定是同样长度，常可遇见一长两短（或两长一短），从书中插图（图95）看，短沟两端圆钝、较宽，中央收缩。根据我们观察，花粉沟狭长，内孔不清楚，但有时孔界线微弱，孔的轮廓为椭圆形。另外Erdtman认为在光学显微镜下所看见的小白点，是由于外壁表面稍不规则所形成，但我们在透射电镜下观察，证明是短的、顶端圆钝的小棒顶部所形成（扫描电镜下表面观为颗粒状）。

2. Erdtman（1952）认为本种花粉多少类似于连香树属 *Cercidiphyllum* 的花粉，而且为一些分类学家所引用，其共同性表现在三个长椭圆形的萌发孔，具圆的末端，而且往往不等长。但据我们观察，这两种花粉还是有所不同：（1）萌发孔的类型，连香树花粉为三（拟）沟，形状为大而宽的椭圆形，略下凹，界线常不清楚，沟膜上具比外壁纹饰更粗的细网[1]；而杜仲花粉则为三（拟）孔沟，沟狭长，有时孔界线微弱，孔椭圆形；因此是两种不同类型的萌发孔。（2）纹饰，连香树属花粉具不明显的细网状纹饰，而杜仲花粉则为颗粒状。因此这两种花粉纹饰是不同的。

3. 关于杜仲科的分类位置问题。Takhtajan（1969）指出，有些分类学家把它与金缕

梅科（Hamamelidaceae）相连系，如 Solereder（1899）基于花和木材的结构，把它放在金缕梅科；而另一些分类学家把它与榆科（Ulmaceae）相连系，如 Oliver（1891）首次指出与榆科亲缘关系的可能性，后来一些学者也指出它们叶脉、木材、花、花序、果实和种子结构的相似性。Takhtajan 根据其他学者提出的一系列不同，如托叶缺、单珠被、细胞型胚乳、乳汁细胞的出现等，其中也包括花粉形态，认为可以形成一个独立的目（Eucommiales），它可能与荨麻目（Urticales）有一个共同起源。而 Cronquist（1968）也谈到杜仲科与荨麻目（其中包括榆科）或金缕梅目有连系，但认为它很可能是从金缕梅目（Hamamelidales）起源，而不依附于荨麻目。从花粉资料看，杜仲科与荨麻目的花粉是不同的，因荨麻目的萌发孔主要是具孔类型，从萌发孔的演化趋势看，杜仲科的三（拟）孔沟类型比它要原始[7,8]。Erdtman 除指出杜仲科与连香树花粉多少相似外，还指出有些特征与金缕梅科某些花粉是共同的。我们同意 Cronquist 的观点，杜仲科可能与金缕梅目一些科有连系〔如具三（拟）孔沟〕，但还有待对金缕梅目和荨麻目花粉全面深入的研究，以及结合其他学科资料来综合考虑。

参 考 文 献

[1] 中国科学院植物研究所古植物室孢粉组、华南植物研究所形态研究室，1982：中国热带亚热带被子植物花粉形态，科学出版社，北京，92—93 页。

[2] 张宏达，1979：杜仲科，中国植物志第三十五卷二分册，科学出版社，北京。

[3] 额尔特曼著（Erdtman G., 1952），王伏雄、钱南芬译，1962：花粉形态与植物分类，科学出版社，北京。

[4] 额尔特曼（Erdtman G., 1969）著，中国科学院植物研究所古植物室孢粉组译，1978：孢粉学手册，科学出版社，北京.

[5] Cronquist, A., 1968: The evolution and classification of flowering plants, London. Nelson, 156—166.

[6] Takhtajan, A., 1969: Flowering plants, Orign and Dispersal, Edinburgh. Oliver and Boyd., 102—104.

[7] Walker, J. W., 1976: Comparative pollen morphology and phylogeny of the Ranalean complex. In "Origin and early evolution of Angiosperms" ed. by C. B. Beck, Columbia Univ. Press, New York, 241—299.

[8] Walker, J. W., 1976: Evolutionary significance of the exine in the pollen of the primitive angiosperms, In "The evolutionary significance of the exine" ed. by I. K. Ferguson and Muller, Linnean Soc. Symposium Series No. 1, Academic Press, London, 251—308.

A STUDY ON POLLEN MORPHOLOGY OF *EUCOMMIA ULMOIDES* OLIVER

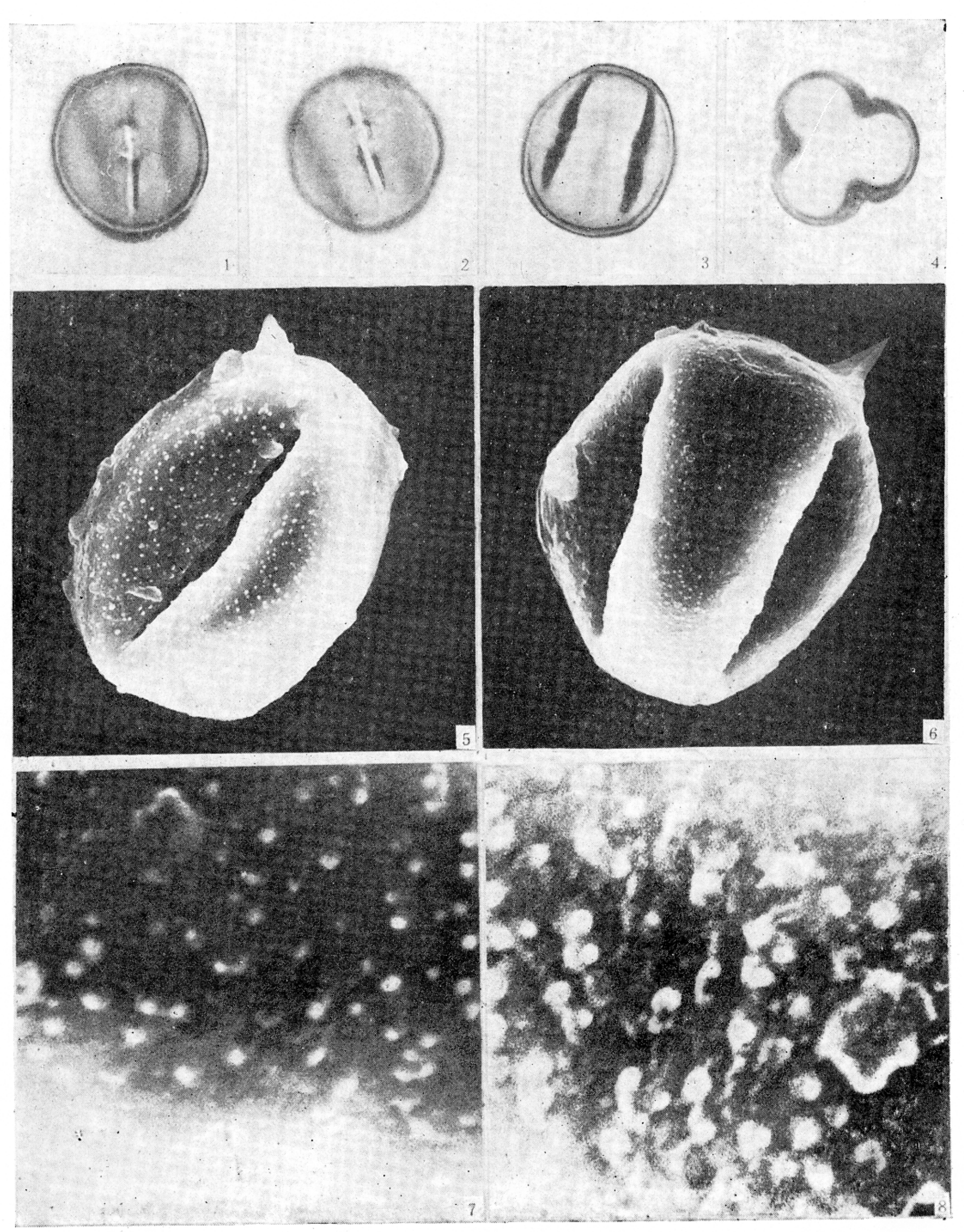
ZHANG YU-LONG WANG FU-HSIUNG CHIEN NAN-FENG

(*Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing*)

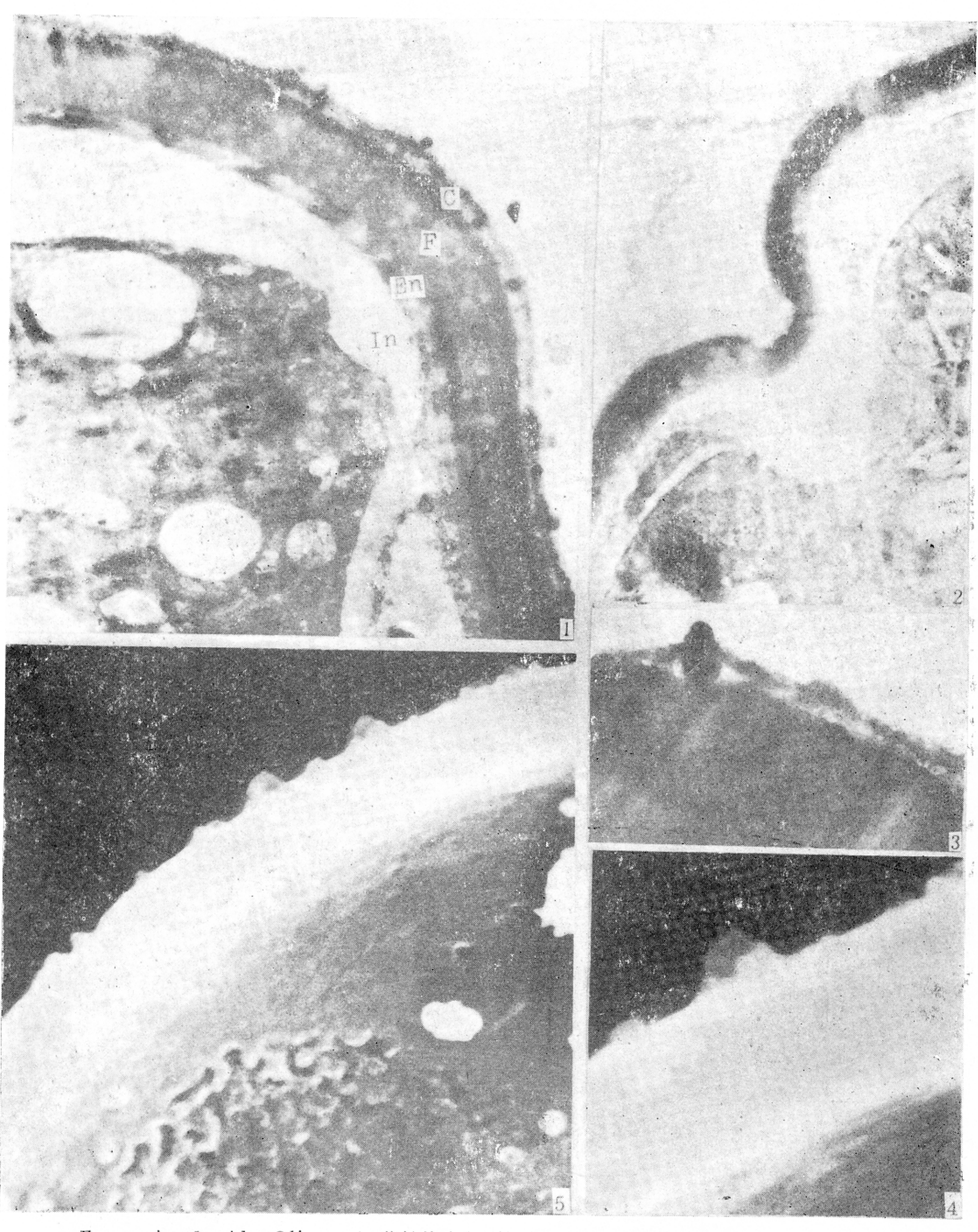
Abstract *Eucommia ulmoides* Oliver is endemic to China. The pollen morphology and exine ultrastructure were examined under LM, SEM and TEM. Pollen grains are prolate, polar axis 30.5—54.8 μm long, with the average 32.7 μm, equatorial axis 27.8—31.3 μm long, with the average 29.2 μm, tricolporoidate, but sometimes the outline of ora could be observed and elliptic in shape. Colpi are narrow, uequal in length, often two long and one short or two short and one long, sometimes rather irregularly arranged, with indistinct and thin colpus membrance. Exine psilate under LM, granulate under SEM, and shortly baculate under TEM. Tectum is thin with dense and small granules; columellae layer consists of short bacules, and foot layer very thick.

Some taxonomists (Cronquist, 1968) consider that Eucommiaceae is related to Hamamelidales, but others (Takhtajan, 1969) to Urticales. The Urticales is of the porate type of pollen grains, while Eucommiaceae of tricolporoidate type, and thus the former is more advanced than the latter. Pollen grains of some members of Hamamelidales, tricolporoidate, are similar to those of Eucommiaceae. We therefore consider that Eucommiaceae is related to Hamamelidales.

Key words *Eucommia ulmoides*, Pollen morphology, Exine ultrastructure



Eucommia ulmoides Oliver 1—4. ×1000; 5—6. ×2100; 7. ×7000; 8. ×14000



Eucommia ulmoides Oliver 1. 花粉外壁分层性（Exine stratification, TEM）×12600; T. 覆盖层（Tectum）, C. 柱状层（Columellae）, F. 基层（Foot layer）, En. 外壁内层（Endexine）, In. 内壁（Intine）; 2. 萌发孔区外壁结构（Exine structure of aperture area, TEM）×9600; 3. 表示小棒和覆盖层（Showing bacule and tectum, TEM）×22500; 4—5. 外壁切面（Section of exine, SEM）, 4, ×22200; 5, ×11500